

# PARÁMETROS DE DISEÑO PARA UN REMOLQUE DE MOTOS ACUÁTICAS EN ALUMINIO

## DESIGN PARAMETERS FOR AN ALUMINUM JET SKI TRAILER

Menéndez-Chávez Cristian Raúl <sup>1</sup>; De la Rosa-Rosales Yusnier <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador.  
Correo: e1313314534@live.ulead.edu.ec.

<sup>2</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Ecuador.  
Correo: yusnier.delarosa@uleam.edu.ec.

### Resumen

El presente trabajo tiene como fin establecer los principales parámetros de diseño para la construcción de un SKID para un remolque de motos acuáticas en Aluminio, para que este sea más resistente a la corrosión del medio salino que se da en el mar, que es donde va a ser el medio de trabajo de este. La empresa que propone este trabajo Fly Board Pacific viene utilizando remolques construidos en acero para las motos acuáticas que ellos utilizan, pero actualmente como requerimiento para la garantía de las motos de marca YAMAHA exigen que estos SKID sean de Aluminio. Por lo tanto, ellos acuden a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y a la carrera de Mecánica Naval para que se encargue del diseño y la construcción de un prototipo que tenga las características necesarias para este proyecto. En este trabajo únicamente nos centraremos en la parte del diseño, y la validación de este mediante una simulación CAE en un software de elementos finitos como lo es ANSYS. Una vez validada su estructura de acuerdo con los parámetros de resistencia de materiales se dará por finalizado y aprobado el diseño para que en un posterior trabajo se realice la construcción de acuerdo con los diferentes métodos y procesos de manufactura que sean adecuados.

**Palabras claves:** Estructura, diseño, elementos finitos, aluminio.

### Abstract

The purpose of this work is to establish the main design parameters for the construction of a SKID for a jet ski trailer in Aluminum, so that it is more resistant to corrosion of the saline environment that occurs in the sea, which is where it goes. to be the means of work of this. The company that proposes this work Fly Board Pacific has been using trailers made of steel for the jet skis they use, but currently as a requirement for the guarantee of the YAMAHA brand motorcycles they demand that these SKIDs be made of Aluminum. Therefore, they go to the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí and to the Naval Mechanics career to be in charge of the design and construction of a prototype that has the necessary characteristics for this project. In this work we will only focus on the design part, and its validation through a CAE simulation in finite element software such as ANSYS. Once its structure has been validated in accordance with the material resistance parameters, the design will be considered finalized and approved so that in subsequent work the construction can be carried out in accordance with the different manufacturing methods and processes that are appropriate.

**Keywords:** structure, design, finite elements, aluminum.

## 1. Introducción

El contenido del presente proyecto técnico está basado en conceptualizar y el analizar diversas temáticas, que aportaran al desarrollo del diseño de un remolque adaptable idóneo para motos acuáticas. En este apartado se considerarán definiciones importantes que hacen relevancia a la importancia de la ergonomía en una construcción mecánica de un skid trailer.

Al diseñar estructuras adaptables para la transportación de motos acuáticas, se considera primordialmente la sostenibilidad ambiental del diseño, evitando la generación de gases contaminantes, Además preliminarmente se evalúa los criterios de funcionalidad para disminuir efectos vibracionales y mejorar la maniobrabilidad. El usuario buscará agilidad de acomodo, ergonomía y una adaptabilidad segura al auto o camioneta (Lopes, 2014).

## 2. Métodos para el diseño

El análisis de elementos finitos desde su enfoque matemático fue desarrollado en 1943 por Richard Courant, quien usó el Método de Ritz del análisis numérico y el cálculo variaciones para obtener

soluciones aproximadas para sistemas oscilatorios. Desde un punto de vista ingenieril, el análisis de elementos finitos se origina como el método de análisis estructural de matrices de desplazamiento, el cual surge luego de varias décadas de investigación, principalmente en la industria aeroespacial británica, como una variante apropiada para computadores. Para finales de los años de la década de 1950, los conceptos claves de matriz de rigidez y ensamble de elementos existe en las formas como se conocen hoy en día la demanda de la NASA repercutió en el desarrollo del software de elementos finitos NASTRAN en 1965.

Analizar un proyecto por método de elementos finitos consiste en la división de un elemento por geometrías sometidos a cargas y restricciones, que se dividen en partes más pequeñas conocidas como elementos, que representan el dominio continuo del problema, la división resuelve un problema complejo, al subdividirlo en problemas más simples, realizarlos de forma manual puede ser un martirio, por la composición de cada variable desconocida, las matrices de composición, realizarlo por una

computadora permite realizar esta operación con eficiencia. Al usar el método las variables desconocidas tendrán un comportamiento definido, esas divisiones pueden tener forma de figuras geométricas tales como, cuadrados, triángulos, y otros, dependiendo del problema. Los elementos que pueden entrar en un modelo geométrico son limitados, y aquí viene el nombre de este método.

Este método puede ser aplicado en la resolución y diagnóstico de problemas de análisis estructural, permite evaluar el rendimiento de productos con aplicaciones de criterios de resistencias, rigidez o fatiga. También las variaciones del método de los elementos finitos permiten hacer análisis térmico, acústico, dinámico, electromagnético y de flujos de los casos más simples de comportamiento lineal al no lineal, como cuando se tienen grandes desplazamientos o contacto entre las partes de un conjunto.

### 3. Propiedades mecánicas del aluminio

El aluminio (Al), es el metal de mayor abundancia en la tierra, en la tabla periódica se encuentra en el grupo de

los no férricos, su ligereza es de 2.70 g/cm<sup>3</sup>, las propiedades de mayor valor agregado son:

1. Alta conductividad térmica y eléctrica
2. Durabilidad ya que es estable al aire
3. Resistencia a la corrosión, resistente al agua de mar y a otros agentes químicos

No obstante, el aluminio puro no tiene aplicación, ya que se trata de un material blando y mecánicamente poco resistente, sin embargo, aleado con otros materiales que suplan las cualidades del que carece, se puede obtener materiales configurados para las necesidades industriales, los elementos más usados para formar aleaciones son los siguientes:

Cobre, Silicio, Magnesio, Zinc y Manganeso. Aquellos usados como aditivos: Hierro, Cromo y titanio, además se suele adicionar Níquel, Cobalto, Plata, Litio, Vanadio, Circonio, Estaño, Plomo, Cadmio y Bismuto.

Las aleaciones de aluminio tienen un código conformado por cuatro dígitos (ya sean números o letras) de acuerdo

con el sistema adoptado por la Aluminio Association.

**Tabla 1.** Características mecánicas del Aluminio.

DENSIDAD	2.70 g/cm <sup>3</sup> a 20 °C
PUNTO DE FUSIÓN	660 ° C – 933 K
PUNTO DE EBULLICIÓN	2467 ° C
CALOR ESPECÍFICO	0.92 J/g K
CALOR LATENTE DE FUSIÓN	395 * 10 <sup>3</sup> J/Kg
CALOR LATENTE DE EBULLICIÓN	9220 * 10 <sup>3</sup> J/Kg
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	37.8 * 10 <sup>6</sup> S/m
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	209 – 230 W/m K
COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL	2.4 * 10 <sup>-5</sup> °C <sup>-1</sup>

#### 4. Conclusiones

El Aluminio como material seleccionado para el SKID del remolque cumple perfectamente con todos los parámetros de seguridad en base a su capacidad de aguantar los esfuerzos generados y sus deformaciones están por debajo del límite elástico. La simulación realizada en el software ANSYS resulto precisa, redibujando el CAD y eliminando elementos poco influyentes para poder tener una malla

fina y que nuestro ordenador pueda calcular.

Como conclusión hay que indicar que el diseño planteado y presentado se puede construir con la seguridad de que no va a fallar la estructura que va a soportar las motos acuáticas.

#### Bibliografía

- Azevedo, A. (2003). Métodos de elementos finitos. Lisboa: Facultad de Ingeniería.
- Barragán, A. (2007). Un caso práctico: grúa porta contenedores. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI.
- Cantos, Á. (2019). Diseño de un carrito-remolque. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Castillo, F. G. (2007). Método de los elementos finitos, preproceso y postproceso de resultados. Madrid.
- Celigüeta-Lizarza, J. T. (2011). Método de los elementos finitos para análisis estructural.
- Cobo, P. (2011). Simulador de grúa hidráulica para aplicaciones marinas.
- Correa, G. (1992). Diseño de una pluma telescópica para una grúa horquilla. Chile: Universidad

- Técnica del Estado de Chile.  
Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Días, J. (1983). análisis de su estructura.  
Edition Reichenberge.
- Dopico, D. (2011). Simulador de grúa  
Panamax para movimiento de  
contenedores en puerto.
- Drew, R. (2016). Colapso de enorme  
Grúa en New York. Chicago  
Tribune.
- Forqués, J. (2019). Diseño de un  
remolque para el transporte de  
pequeñas embarcaciones. Tesis  
Doctoral.
- Galindo, M. J. (2009). La pluma grúa se  
desplomó al partirse el brazo del  
elevador. Diario Cartagena.
- Giler, P. A. (2016). Diseño, Cálculo,  
Construcción y prueba de  
resistencia de carga con  
variación de presión de un  
sistema hidráulico para el  
movimiento de una pluma con  
winche. Manta: Tesis: Carrera de  
Mecánica Naval.
- Giménez, F. R. (2010). Fallo del brazo de  
una grúa torre. Leganéz:  
Universidad Carlos III.
- Hufnagel, W. (1992). Manual del  
aluminio. Reverté.
- Idárraga, M. (2012). Estructura  
organizacional y sus parámetros  
de diseño: análisis descriptivo en  
pymes industriales. Bogotá.
- Jiménez, A. P. (2011). Estandarización  
de diseño de estructuras para  
grúas viajeras. Costa Rica:  
Escuela de ingeniería de la  
construcción.
- Lizarza, J. T. (2000). Introducción al  
método de elementos finitos.  
San Sebastián: Printed in Spain.
- Lopes, W. (2014). Análisis estructural y  
propuesta de mejoría del chasis  
del semiremolque de 3 ejes de  
15.5 m-Prototipo. D. E., &  
Vargas.
- López, J., & Morillo, M. (2009). DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN DE UN  
REMOLQUE CON CAPACIDAD  
PARA 2 MOTOCICLETA. Quito:  
Escuela Politécnica Nacional.
- Muñuzuri, J. (2010). In 4th International  
Conference On Industrial  
Engineering and Industrial  
Management. Sevilla.
- Normalización, C. t. (2020). Normas para  
la construcción de grúas. España:  
UNE.
- Novoa, D. (s.f.). Diseño y Construcción  
de un Remolque para Traslado  
de Coches Tipo Skuk con  
Capacidad de. Quito:  
Universidad Internacional SEK.
- Oñate, E. (2001). Introducción al  
método de los elementos finitos.  
Cataluña: Departamento de  
ingeniería de la Universidad de  
Cataluña.
- Prosertk. (2016). Grúas de carga y  
descarga e infraestructura básica  
de los puertos. Prosertk., 8.

Puiggrós, C. (2016). Cálculo del porcentaje de conservación y desgaste en neumáticos. Revista Skopein.

Rodríguez, J. (2010). Estudio y simulación por elementos finitos.

Ruano, A. (2016). El transporte terrestre y la historia de la humanidad.

Vera, A. (2016). Análisis frecuencial del sistema eje-engranaje mediante el método de elementos finitos con SolidWorks. SCIÉND0.